



TITLE:

# 先天性大動脈狭窄症の手術

AUTHOR(S):

小西, 裕; 龍田, 憲和; 三木, 成仁; 千葉, 幸夫; 村田, 雄彦; 大頭, 信義; 松田, 光彦; ... 青嶋, 実; 日笠, 頼則; 横田, 通夫

---

CITATION:

小西, 裕 ...[et al]. 先天性大動脈狭窄症の手術. 日本外科宝函 1978, 47(1): 94-104

ISSUE DATE:

1978-01-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/208245>

RIGHT:

## 先天性大動脈狭窄症の手術

京都大学医学部外科学教室第2講座

小西 裕, 龍田 憲和, 三木 成仁, 千葉 幸夫  
村田 雄彦, 大頭 信義, 松田 光彦, 山田 公弥  
村田 真司, 青嶋 実, 日笠 頼則

静岡県立こども病院心臓血管外科

横 田 通 夫

〔受稿受付：昭和53年10月20日〕

## The Surgical Treatment of Congenital Aortic Stenosis

YUTAKA KONISHI, NORIKAZU TATSUTA, SHIGEHITO MIKI, YUKIO CHIBA,  
KATSUHIKO MURATA, NOBUYOSHI DAITO, MITSUHIKO MATSUDA, KINYA YAMADA,  
SHINJI MURATA, MINORU AOSHIMA, YORINORI HIKASA

The 2nd Department of Surgery, Kyoto University School of Medicine,

MICHIO YOKOTA

The Department of Cardiovascular Surgery, Shizuoka Children's Hospital

A total of 15 patients, from 3 to 38 years of age, underwent repair of congenital aortic stenosis at the Kyoto University Hospital. Valvular stenosis was found in 11, supra-ventricular stenosis in 2 and subvalvular stenosis in 2 preoperatively.

The preoperative symptoms described by the patients were fatigue (3 patients), dyspnea on exertion (6 patients), angina (3 patients), syncope (3 patients) and palpitation (5 patients). Only 3 patients were asymptomatic.

Preoperatively, average peak systolic left ventricular-aortic pressure gradient was 93 mmHg and average  $SV_1 + RV_5$  in EKG was 5.1mV. Subendocardial flow index (SEFI) or Endocardial viability ratio (EVR) ranged from 0.19 to 0.77, mean 0.43.

Of the 11 patients with valvular stenosis, valvotomy was performed in 8 and aortic valve replacement (AVR) in 3. Two cases of supra-ventricular stenosis (hourglass type) were managed by excising internal ridge and by enlarging stenotic ring with patch. One of two cases with subvalvular stenosis (idiopathic hypertrophic subaortic stenosis, IHSS) was associated with atrial septal defect and mitral insufficiency, and the other with tetralogy of Fallot. Both of these had myotomy and myectomy.

---

Key words : Congenital aortic stenosis, Valvotomy, Aortic valve replacement, Subendocardial flow index, Intra-aortic balloon pumping

Present address : The 2nd Department of Surgery, Kyoto University School of Medicine, Sakyo-ku, Kyoto, 606, Japan.

Three patients died during the operation because of low cardiac output syndrome (LOS), one had AVR for valvular stenosis and the other two had myotomy and myomectomy for IHSS. However, there was no late death in follow-up study.

All of three operative deaths had severe hypertrophy of left ventricle and relatively longer aortic clamping time for the repair of aortic stenosis. Although we had been using moderate hypothermia(30°C.) by cardiopulmonary bypass (CPB), topical cooling by ice slush and coronary perfusion in cases who required more than 30 minutes of aortic clamp, it was not sure whether these methods could well preserve myocardial viability in cases with severe hypertrophied left ventricle. Therefore, we attempted to use intra-aortic balloon pumping (IABP) for protecting and assisting hypertrophied myocardium especially in cases with low SEFI.

Prior to median sternotomy, IABP was started for improving subendocardial blood flow preoperatively in expectation of the prolongation of safe tolerance time to myocardial anoxia during surgery. During aortic clamp, the combined use of CPB and IABP produced pulsatile flow which could maintain good peripheral circulation. After weaning off CPB, IABP was continued when hemodynamics was unstable or the patient was in LOS.

Up to date, four cases of severe aortic stenosis with low SEFI (average 0.29) were operated upon with the aid of IABP. Three of these survived.

It was considered that SEFI (EVR) was an useful indicator in evaluating myocardial reserve for anoxia preoperatively.

All survivors were asymptomatic. The mean peak systolic left ventricular-aortic pressure gradient was 19 mmHg postoperatively. However,  $SV_1 + RV_s$  was not decreased significantly.

## <は じ め に>

先天性大動脈狭窄症は、先天性心疾患の3～5%と云われるが<sup>12)</sup>、その報告は欧米に比較すると非常に少ない<sup>22)</sup>。我々の施設では、今迄15例の本疾患の手術を経験し、死亡は3例であった。我々の手術経験を報告し、その外科治療上の問題点について検討を加えたい。

### <先天性大動脈狭窄症の分類>

先天性大動脈狭窄症の分類は著者により多少異なるが、一般的に次の如く分類されている。

#### 1) 弁上狭窄 (Supravalvular Aortic Stenosis)

形態的分類 (EDWARDS<sup>6)</sup>)

- (1) 膜型 (Membranous Type) — 線維性隔膜による限局性狭窄で上行大動脈の外観は正常なもの。
- (2) 砂時計型 (Hourglass Type) — 内膜層が限局性に肥厚し上行大動脈を狭窄し、外観は丁度砂時計型を呈するもの。
- (3) 低形成型 (Hypoplastic Type) — 上行大動脈全体が低形成であるもの。

#### 臨床的分類 (KEITH<sup>13)</sup>)

- (1) A 型 — 精神発育障害及び特異な顔貌 (WILLIAM-ELFIN Facies) を示すもの。
  - (2) B 型 — 家族性にみられるもの。
  - (3) C 型 — A, B どちらにも属さないもの。
- 2) 弁性狭窄 (Valvular Aortic Stenosis)
- (1) 二弁性 (Bicuspid)
  - (2) 三弁性 (Tricuspid)
  - (3) その他 (Unicuspid, Undetermined, Membranous)
- 3) 弁下狭窄 (Subvalvular Aortic Stenosis)
- (1) 限局性 (Discrete)
    - i) 膜型 (Membranous—KELLY I 型<sup>15)</sup>)
    - ii) 線維筋性型 (Fibromuscular—KELLY II 型<sup>15)</sup>)
  - (2) び慢性 (Tunnel)
  - (3) 筋性 (Idiopathic Hypertrophic Subaortic Stenosis—IHSS)

### <症 例>

我々の15症例は弁上狭窄2例 (Hourglass, A型),

表1 先天性大動脈狭窄症の手術例

Cases with congenital aortic stenosis

Cases	Age (yrs)	Sex	Type of Obstruction	Associated Lesions	Symptom	ECG SV <sub>1</sub> +RV <sub>5</sub> (mV)	Strain	Pressure Gradient (mmHg)	SEFI	Surgical Procedure	Result
1 K. K.	4	M	Supra.		—	2.7	—	66	0.44	Patch	alive
2 Y. S.	8	M	Supra.		—	2.4	—	20	0.47	Patch	alive
3 H. M.	18	F	Valv.	AR (II)	+	9.6	+			Valvotomy	alive
4 M. T.	21	M	Valv.	AR (I)	+	7.2	—	102	0.77	Valvotomy	alive
5 T. K.	21	M	Valv.		+	4.1	—	70	0.58	Valvotomy	alive
6 S. F.	13	M	Valv.		+	4.7	+	120	0.28	Valvotomy	alive
7 M. M.	8	M	Valv.		+	7.0	+			AVR	died
8 K. M.	11	M	Valv.		—	4.8	+	100		Valvotomy	alive
9 F. M.	23	F	Valv.	MS	+	2.5	—	90	0.61	AVR. OMC	alive
10 H. M.	12	M	Valv.		+	4.9	+	150	0.19	Valvotomy	alive
11 K. K.	3	F	Valv.	Single Coronary	+	2.6	—			Valvotomy	alive
12 T. Y.	13	M	Valv.	AR (I)	+	7.5	+	98	0.34	AVR	alive
13 H. T.	38	M	Valv.	AR (II)	+	6.0	+	70	0.39	AVR	alive
14 M. Y.	24	F	IHSS	ASD, MR	+	4.2	—	100		Myotomy MVR (Closure of ASD)	died
15 H. A.	9	M	Subvalv. IHSS	TOF, VSD (IV)	+	6.5	—	135	0.25	Excision of membran. Myotomy (Correction of TOF)	died
Mean	15.9±9.3					5.1±2.2		93.4±34.5	0.43±0.18		

弁性狭窄11例（二弁性8例，三弁性3例），弁下狭窄2例（IHSS I例，KELLY I型+IHSS 1例）である（表1）。

手術年齢は3～38才平均15.9才で男11例，女4例であった。合併奇形は大動脈閉鎖不全症4例，僧帽弁狭窄症1例，心房中隔欠損症+僧帽弁閉鎖不全症1例，Fallot 四徴症1例，単冠動脈症1例である。

術前は全例において胸骨右縁第2肋間あるいは胸骨上縁に収縮期振顫を触れ，全く無症状は3例のみで他は何んらかの症状を有していた（表2）。

EKG上SV<sub>1</sub>+RV<sub>5</sub>値は2.4～9.6mV 平均5.1mVで左室肥大11例，左室肥大+Strain 7例であった。

左室大動脈圧差は20～150mmHg 平均93.4 mmHgで，subendocardial flow index (SEFI) あるいはendocardial viability ratio (EVR) 値は0.19～0.77 平均0.43であった。SEFI (EVR) については後で述べる。

<手術方法及び結果>

1) 弁上狭窄（図1）

表2 多くの症例は2種以上の症状を有していた。

Symptoms in 12 cases with congenital aortic stenosis	
Angina	3
Syncope	2
Exercise intolerance	6
Palpitation	5
Fatigue	3
Congestive heart failure	1

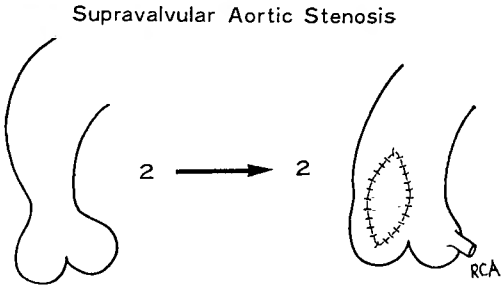


図1 弁上狭窄症例とその手術

2例の Hourglass 型に対しては無冠動脈洞を切り開き、内膜の限局性肥厚 (ridge) を充分切除した後、心外膜を裏打ちした人工血管パッチにて拡大をはかった。術後の左室大動脈圧差は 0 及び 10 で、振顫は両症例共に消失した。

## 2) 弁性狭窄 (図 2)

二弁性狭窄 8 例のうち、1 例は弁尖に石灰化が始まり、すぐ再狭窄の発生が懸念された成人症例で大動脈弁置換を行なったが、他の 7 例はすべて弁切開にて処理した。弁切開は痕跡的交連部 (raphe) に対する切開は避け、交連切開も弁輪より 1~2mm 離れた所で止め極力逆流の発生あるいは増加を防いだ。弁切開の結果大動脈弁口は長径で平均 9.8 mm より 16mm に拡大され、術後新たに発生した閉鎖不全はない。三弁性狭窄 3 例のうち、2 例は弁の変形あるいは石灰化があり弁切開を行なえば逆流の発生が確実と思われたもので、他の 1 例は弁中心部に逆流を認め更に弁輪狭窄も存在したもので、すべて大動脈弁置換を行なった。

特に後者に対しては今野ら<sup>16)</sup>の方法により弁輪、心室中隔及び右室流出路切開を行なう弁輪拡大術を併せ行なった。

## 3) 弁下狭窄 (図 3)

最初の例は心房中隔欠損症+僧帽弁閉鎖不全症の診断で開心術を行ない、僧帽弁の逆流は軽度と判断して二次口心房中隔欠損口のみ閉鎖したが、術後僧帽弁逆流の増大に併せて心不全を起し再検にて特発性肥厚性大動脈弁下部狭窄症 (IHSS) の存在が判明し、1ヶ月後に 2 回目の手術を行なった。経右室及び経大動脈に心筋の切開及び切除を行ない、僧帽弁自体にも肥厚変形を認めたので、僧帽弁置換を行なった。術後出血と低拍出症候群にて手術死した。

2 例目は、生後 4 ヶ月に Fallot 四徴症の診断にて根治術が行なわれたが、術後残存雑音より大動脈狭窄症が疑われ、9 才のとき 2 回目の心臓カテーテル検査で限局性の膜型 (KELLY I 型) の弁下狭窄及び IHSS の疑いにて再手術を施行した。経大動脈に膜様狭窄物の

## Valvular Aortic Stenosis

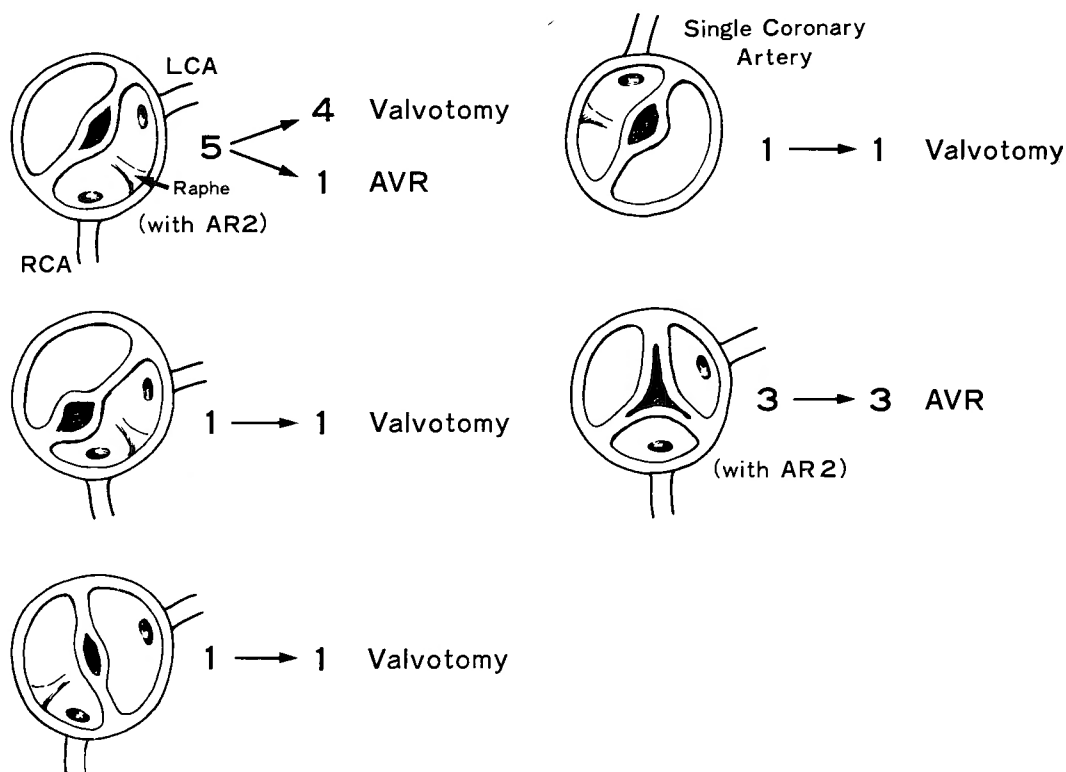


図 2 弁性狭窄症例とその手術

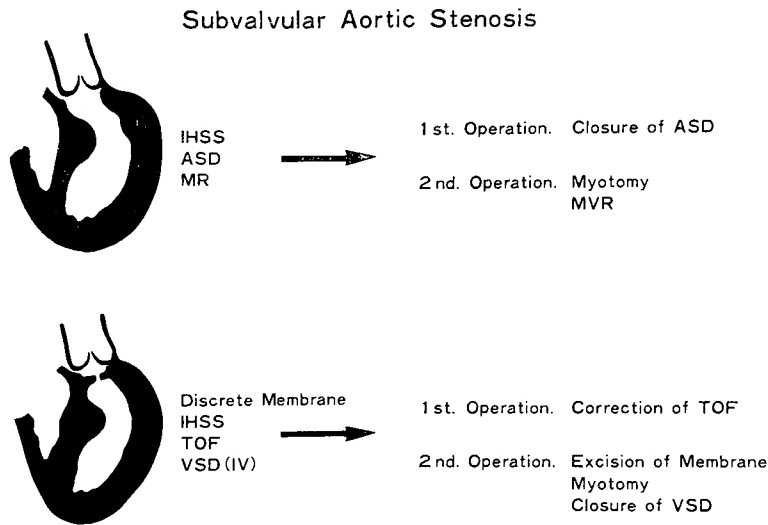


図3 弁下狭窄症例とその手術

表3 生存例遠隔成績

Case No.	Age	Sex	Type of Obstruct.	Thrill		LV-Ao Gradient		Valve Orifice		Postop. Period	NYHA Class
				Preop.	Postop.	Preop.	Postop. (mmHg)	Preop.	Postop. (cm)		
1	4	M	Supra.	+	—	66	10			3y. 5m.	1
2	8	M	Supra.	+	—	20	0			2m.	1
3	18	F	Valv.	+	+	?	?			11y. 9m.	?
4	21	M	Valv.	+	—	102	?	1.0	1.5	10y. 3m.	1
5	21	M	Valv.	+	+	70	30	1.2	2.0	9y. 3m.	1
6	13	M	Valv.	+	+	120	0	?	1.5	5y. 3m.	1
7	11	M	Valv.	+	+	100	26	0.7	1.4	1y. 6m.	1
8	23	F	Valv.	+	—	90	10	0.8	?	3y. 6m.	1 (AVR)
9	12	M	Valv.	+	+	150	60	1.0	1.6	8m.	1
10	3	F	Valv.	+	—	?	40	1.0	1.5	7m.	1
11	13	M	Valv.	+	—	98	10	0.8	?	5m.	1 (AVR)
12	38	M	Valv.	+	—	70	5	0.8	?	1m.	1 (AVR)
						88.6	19.1	0.91	1.58	4y. 0m.	

切除更に肥厚心室中隔を切開及び切除した。術中小さな筋性の心室中隔欠損口を2ヶ発見し、これを左室心尖部より閉鎖した。術後大動脈バルーンパンピング (IABP) の使用にも拘わらず低拍出症候群にて手術死した。

手術死亡3例 (弁性1例, 弁下性2例) を除く12例を外來診察及びアンケートにて遠隔調査を行なった (表3)。追跡期間は1ヶ月~10年平均4年で消息不明1名を除き、全員 NYHA I で社会復帰している。

術後の左室大動脈圧差は 0~60 mmHg 平均 19.1 mmHg で有意に低下した (図4)。SV<sub>1</sub>+RV<sub>5</sub> 値は術前とあまり変らないが、strain pattern は2例において消失した (図5)。手術死亡3例 (表4) は合併奇型、弁置換、再手術例などで長時間の大動脈遮断を要したものであり、又左室肥大の著明であった症例が多い。表の最下段は成人の大動脈狭窄症でいわゆる “stone heart” で手術死した症例である、これらはいずれも術後の低拍出症候群で人工心肺離脱不能であった

Peak systolic LV-Aorta pressure gradient

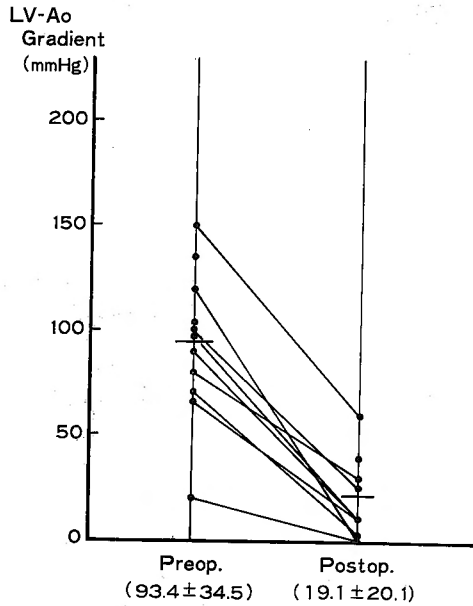


図4 術前術後の左室大動脈圧差

Postoperative ECG changes ( $SV_1 + RV_5$ )

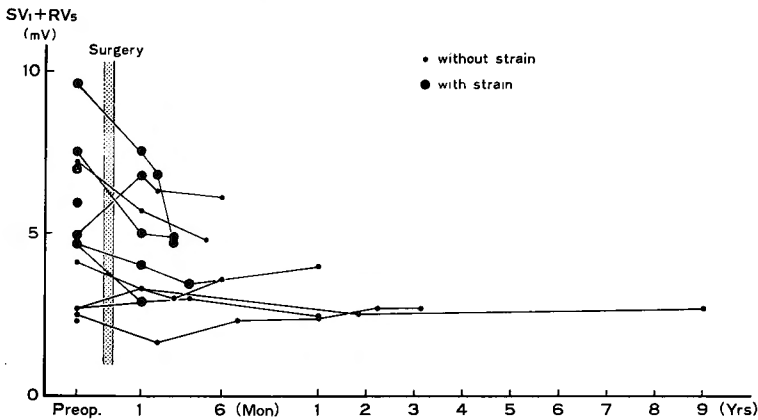


図5 術後の  $SV_1 + RV_5$  値の変化

ものである。

＜大動脈狭窄症における肥大心筋に対するIABPの使用＞

上記の死亡例の検討より心筋肥大著明例にては術中の心筋保護が手術成績を大きく左右することが痛感された。我々は原則的に体外循環にて約 30℃ まで体温

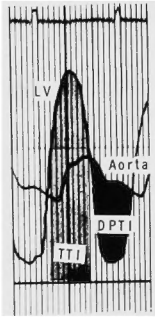
を下げ、冷却生食水又は氷塊 (ice slush) による局所冷却を行なっているが、大動脈遮断が30分を超えるものには冠灌流を加えている。しかし症例により、又とくに子供では冠灌流の充分行なえないものがあり、これが術後の心機能不全に大きく影響したと思われる。

1974年 VINCENT ら<sup>29)</sup>, 引き続き KROVETZ ら<sup>17)</sup>は

表4 手術死亡症例  
Case of Operative Death

Case No.	Age (yrs)	Sex	Type of Obstruction	LV-Ao Grad. (mmHg)	SV <sub>1</sub> +RV <sub>5</sub> (mV)	Strain	SEFI	Procedure	Total Aortic Clamp (Min.)	Cor Perf	Topica Cooling
7	8	M	Valvular	?	7.0	+	?	AVR	114	+	+
13	24	F	IHSS ASD, MR	100	4.2	-	?	Myotomy ASD closure MVR	62	-	+
14	9	M	Subval.(memb) IHSS VSD(IV) TOF	135	6.5	-	0.25	Excision of Memb Myotomy Closche of VSD Repair of TOF	95	+	+
**	43	M	Valvular	158	7.8	+	0.26	AVR	120	+	+

(\*\*Calcified AS, not congenital)



$SEFI = \frac{DPTI}{TTI} \times \frac{Supply}{Demand}$

SEFI : Subendocardial Flow Index  
DPTI : Diastolic Pressure Time Index  
TTI : Tension Time Index

Normal Value  
1.03 ± 0.23 (by W. R. Vincent)  
1.27 (0.96 - 1.78) (by L. J. Krovetz)

左室及び大動脈圧曲線より図6の如き、収縮期における tension time index (TTI) と、拡張期における diastolic pressure time index (DPTI) との比を心筋酸素の需要と供給の関係とし、これより大動脈狭窄症における心内膜側の血流がきわめて悪いことを示した。そこで肥大心筋の術中術後の保護及び補助を目的とし、とくに SEFI 値の低いものを選んで、大動脈遮断前に心筋血流を改善しておくことを目的として、IABP (Datascope 社製) を使用した。すなわち、胸部

図6 Subendocardial Flow Index

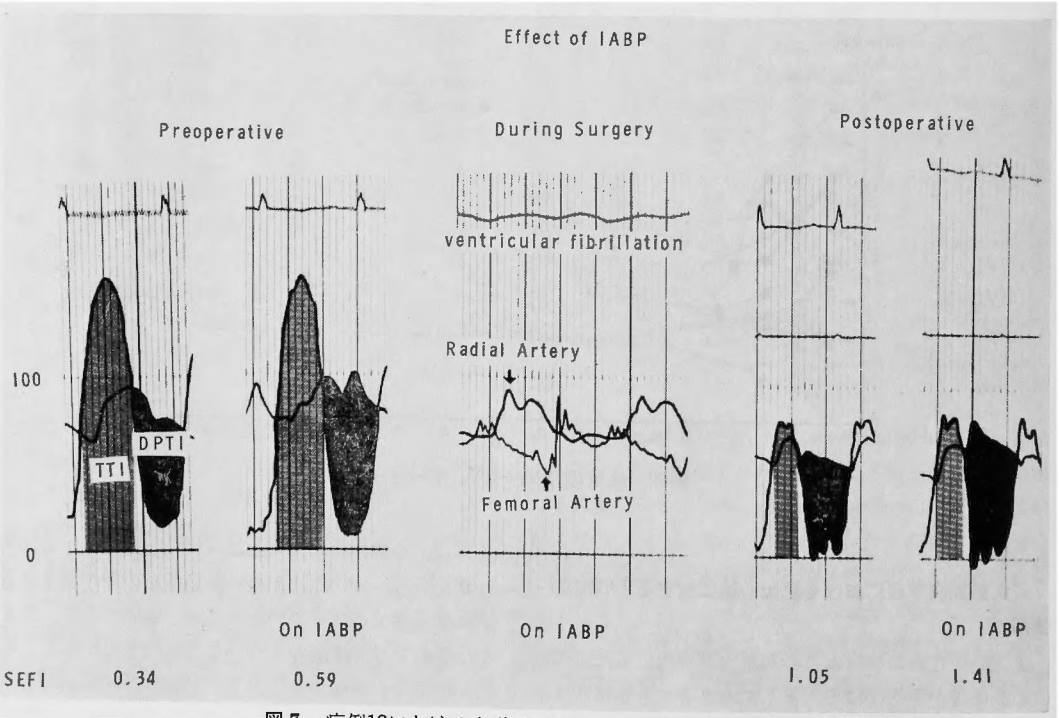


図7 症例12における大動脈バルーンポンピングの使用



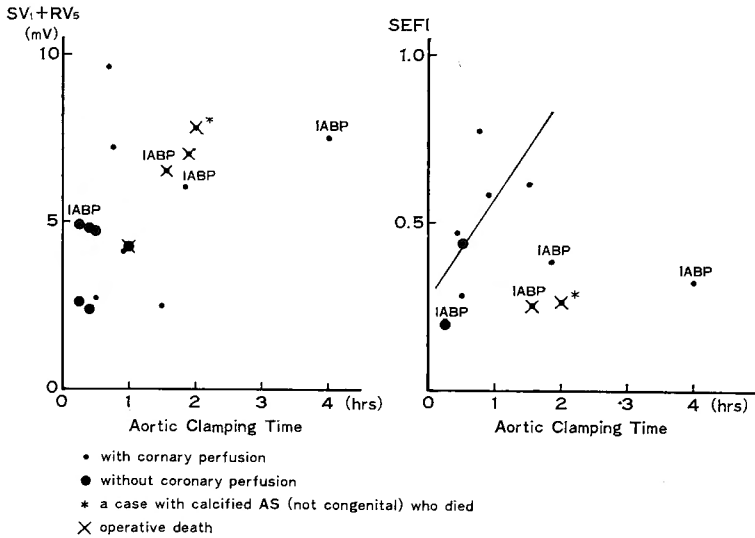


図8  $SV_1 + RV_5$  値、及び SEFI 値と大動脈遮断時間との関係

切開に先立ち股動脈よりバルーンを挿入 IABP の運転を開始した。これにより SEFI 値は50~100%増加し明らかに有効であった。人工心肺を開始し体温を下げる間も、更に大動脈遮断中も人工心肺と併用して IABP を運転したが、これは心筋保護よりも IABP による拍動流を得て末梢循環を良好に保つ目的で行なわれた。大動脈遮断解除後は体外循環と IABP を併用し、更に術後にも IABP を継続し、低拍出症候群の発生を予防し、充分な心拍出が得られるまで積極的に心筋補助を試みた。図7はその1例で IABP による SEFI 値の上昇と、人工心肺運転中の IABP による拍動流を示している。二室性 (dual chamber) のバルーンを使用したにも拘わらず、バルーンの中核側のみならず末梢側にも拍動流が得られ腎動脈にも好影響を与えているのは注目に値する。

今迄いわゆる“stone heart”の発生の予想される重症例4例に IABP を使用し、1例はその効もなく死亡したが、生存3例中1例においては術後2日間にわたり使用し救命しえた。この症例は IABP の使用なしには恐らく救命し得なかったものと考えている。

図8は  $SV_1 + RV_5$  値及び SEFI 値と大動脈遮断時間との関係を示している。死亡例は  $SV_1 + RV_5$  値が平均 6.4mV と高く、又 SEFI 値は平均0.26と低く、大動脈遮断時間は平均98分と長いものにみられた。ただこの範囲で IABP を使用した2例 ( $SV_1 + RV_5$  値 7.5 及び 6.0mV, SEFI 値0.34及び0.39) は救命でき IABP

の有効性を示した。

### <考 案>

先天性大動脈狭窄症はその手術手技の確立に伴って成績も向上してきた。しかしある種の狭窄、例えば慢性の弁上あるいは弁下狭窄、強度の弁輪狭窄に対する手術にはまだまだ未解決な問題が多い。

**弁上狭窄：**限局性のもは McGoon ら<sup>19)</sup>のバッチによる拡大方法が主流を占め成績も安定している。我々の経験した2例もこの形で、バッチは人工血管を利用して、又血液の滲出を防ぐため内面に心外膜を裏打ちした。本症は冠動脈の異常<sup>25)</sup>などを伴うことが多く注意を要するが、我々の症例にはかかる合併奇形は存在しなかった。一方慢性の低形成型のものは手術成績はなお不良である。

**弁性狭窄：**二弁性あるいは形態変化を伴う三弁性狭窄は構造的に無理があり、弁の機能を保ちつつ弁切開を充分行なうにはおのずから限度がある。従って結果的に遺残狭窄を残すことになり、その根治性に疑問がある。

我々の経験した7例の弁切開はすべて二弁性狭窄に対して行なわれ、raphe の切開は避け、交連切開も弁輪より1~2mmの所で止め極力逆流の発生あるいは増加を防いだ。これにより残存左室大動脈圧差は最高60mmHg のものもあったが、全体的に自覚症状の改善は顕著で、新たに発生した閉鎖不全もなかった。遠隔成

績からの弁切開の評価は、かなり悲観的なものもあるが<sup>18)</sup>、一般的には急死を防ぎ症状の改善を企するには有効な方法として、又手術死亡も少ないことより積極的に奨められている<sup>3)11)20)</sup>。しかし(1)遺残狭窄の強いもの(2)大動脈弁逆流の強いもの(3)加齢と共に生じた弁の石灰化などによる再狭窄は再手術(弁置換)の適応として考えられている。

初回手術時大動脈弁置換の適応となるものは、(1)弁の変形強く弁切開により、かなりの逆流が必発と予想されるもの (2)弁輪狭窄が存在し弁輪拡大を必要とするもの (3)とくに成人症例で弁の石灰化があるもの、あるいは石灰化が始まりかけておりすぐ再狭窄が予想されるものなどが考えられよう。

我々の経験した二弁性1例及び三弁性3例はすべてこれらに相当し、とくに三弁性狭窄はすべて弁置換の適応であった。

**弁下狭窄：**我々の2症例の IHSS は合併奇形もあり再手術例でもあって成績は不良であった。IHSS に対しては種々の術式があり<sup>4)8)21)</sup>一長一短があるが、その手術成功例は欧米に比して我国では少ない<sup>28)</sup>。

限局性膜型狭窄 (KELLY I型) は膜様狭窄物の切除により満足すべき結果が得られているが、線維筋性狭窄 (KELLY II型) 及びトンネル型狭窄症の手術成績は不良である<sup>15)26)</sup>。

近年 COOLEY<sup>23)</sup>、BERNHARD ら<sup>1)</sup> は前述の難治性狭窄に対して左室心尖部一大動脈バイパスによる手術成功例を報告している。これは本来の左室流出路の他に左

室心尖部より第2の流出路を作製するもので、その独創的な発想と相まって画期的な方法と注目を集めている<sup>27)</sup>。

先天性大動脈狭窄症の手術適応は重症例は問題ないとしても軽症例を如何に扱うかは論議のあるところである。しかも大動脈狭窄症には狭窄の強い割に自覚症状に乏しいと云う特色もあり、種々のパラメーターを総合的に判断して決定されねばならない。軽症大動脈狭窄症が如何なる自然経過をとるかということも重要な問題である。

HURWITZ ら<sup>10)</sup> は本症の進行性を否定しており、一方 EL-SAID ら<sup>7)</sup> は狭窄は進行的であり、これは狭窄口自体の変性の進行によることより、狭窄口に体に見合う増加がないことによると述べ、この程度は弁上及び弁下狭窄において著しいと報告している。しかし尚90%の患者は無症状であったという。NADAS ら<sup>30)</sup> は294人の内科的治療を受けた大動脈狭窄症患者のうち、その3分の1に症状の増悪を認めており、その中には初診時は極く軽度であったものも含まれていたと云う。とくに問題とされる急死の発生は1~18%と報告者により著しく異なる<sup>9)14)</sup>。

結局、弁切開術などの根治性を欠く方法をもってしては、これら軽症例を積極的に手術する理由とはならないが、しかし注意深い追跡検査が必要であることは云うまでもない。

先天性大動脈狭窄症の手術は、その術式の他に術中肥大した左室心筋を如何に保護するかという問題が

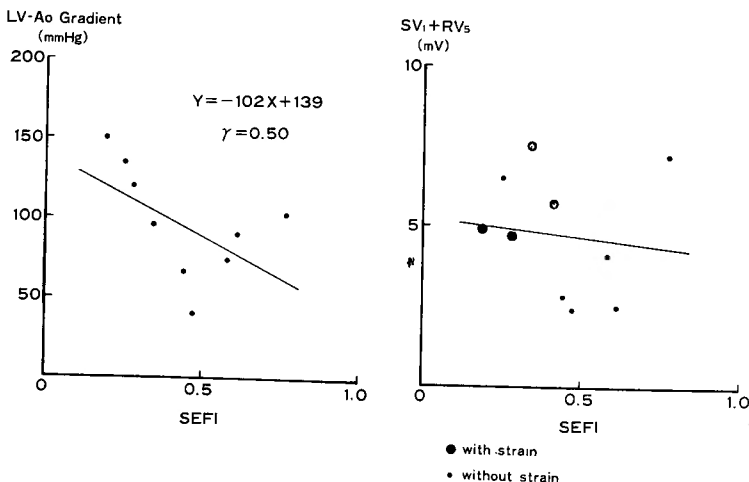


図9 左室大動脈圧差及び  $SV_1 + RV_5$  値と SEFI と値の相関

ある。不十分な心筋保護の結果 COOLY ら<sup>5)</sup>の言う“stone heart”, すなわち術中の心筋虚血に起因する心筋の硬直により, 心マッサージによっても全く血液を拍出し得ない状態を呈する場合もあり, 従来の冠灌流, 局所冷却にてこのような肥大著明な心筋が充分活力を保ちうるか否か疑問がある。BUCKBERG ら<sup>29)</sup>は左室肥大大心筋では心内膜側の血流が非常に低下していることを前述の DPTI (供給) と TTI (需要) との関係 (SEFI 値) で示した。彼らによると SEFI 値の正常値は,  $1.03 \pm 0.3$  で 0.7 以下では常に心内膜に乏血が存在するという。我々の症例の SEFI 値は平均 0.43 で術前かなりの心内膜虚血が存在していたことになる。

IABP は拡張期にバルーンをふくらませることにより拡張期圧を上昇させ, 冠血流を増加させて心内膜側の血流を改善すると同時に左室の仕事量を低下させ結果的に SEFI 値を上昇させる効果がある<sup>2)</sup>。IABP を術前大動脈遮断前に運転することにより, 心内膜側の血流の増加をはかり, 引き続き大動脈切開に伴う乏血に対して耐用性を貯えしめる意味で心筋保護に役立つことが予想される。体外循環と併用して IABP による拍動流を期待する試みはすでになされており<sup>24)</sup>, 我々の場合も体外循環中の尿量, 酸塩基平衡の安定性よりみて, 末梢循環が良好に保たれたことを示した。小児に対して IABP の使用は股動脈の太さの問題もあるが, バルーンの容量は最低 9 cc までであり, 9 才の患児で 23cc のものが挿入可能であった。しかし更に幼小児まで適応を拡げるなら, 多少効果は劣るとしても, 単室性バルーンを逆行性に, 即ち, 上行大動脈より下行大動脈へ向って挿入することが考えられよう。大動脈閉鎖不全症は IABP の禁忌とされているが, 我々は逆流 I ~ II 度の 2 症例に対しても良く使用し得た。

SEFI 値は左室大動脈圧差,  $SV_1 + RV_5$  値との相関はあまりないが (図 9) 術前の心筋血流状態をよく反映し, この値の低いものに術後の低拍出症候群による死亡が多かった。従って, SEFI 値は乏血に対する心筋予備能力を推量する指標として有用と考えられ, この値が 0.3 以下で大動脈遮断を 60 分以上行なわねばならない症例ではとくに心筋保護に留意しなければならない。

## ＜結 語＞

- 1) 15 例の先天性大動脈狭窄症の手術経験で手術死亡は 3 例で晩期死はない。
- 2) 弁性狭窄に対する交連切開術は姑息の手術と考え

られるが, 症状の改善は顕著で積極的に行なうべきである。

3) 左室肥大の著しい症例は術中の心筋保護に留意することが大切で, subendocardial flow index が乏血に対する心筋の予備能力を推量する適当な指標となりうる。

4) subendocardial flow index の低値を示した重症大動脈狭窄症 4 例に大動脈バルーンパンピングを使用し 3 例を救命し得た。術中の心筋虚血に起因するいわゆる“stone heart”発生の予防および術後低拍出症候群の対策として, 大動脈バルーンパンピング法は有力な手段として考えられる。

## References

- 1) Bernhard WF et al : Relief of congenital obstruction to left ventricular outflow with a ventricular aortic prosthesis. J Thoracic & Cardiovas Surg 69 : 223, 1969.
- 2) Bregman D et al : Intraoperative unidirectional intra-aortic balloon pumping in the management of left ventricular power failure. J. Thoracic & Cardiovas Surg 70 : 1010, 1975.
- 3) Conkle DM et al : Treatment of congenital aortic stenosis. An evaluation of the late results of aortic valvotomy. Arch Surg 107 : 649, 1973.
- 4) Cooley DA et al : Surgical treatment of muscular subaortic stenosis. Results from septectomy in twenty-six patients. Circulation, 35 (suppl.) I-124, 1967.
- 5) Cooley, DA et al : Ischemic contracture of the heart. “stone heart” Am J Card 29 : 571, 1972.
- 6) Edwards JE : Pathology of left ventricular outflow tract obstruction. Circulation, 31 : 586, 1965.
- 7) El-Said G et al : Natural hemodynamic history of congenital aortic stenosis in childhood. Am J Card 30 : 6, 1972.
- 8) Frye RL et al : Results of surgical treatment of patients with diffuse subvalvular aortic stenosis. Circulation 32 : 52, 1965.
- 9) Hohn AR et al : Aortic stenosis. Circulation, 31, 32 (suppl.) III-4, 1965.
- 10) Hurwitz RA : Valvar aortic stenosis in childhood Clinical and hemodynamic history. J Pediat 82 : 228, 1973.
- 11) Jack WD et al : Long-term follow-up of valvotomy for congenital aortic stenosis. Am J Card 38 : 231, 1976.
- 12) Keith JD et al : Heart Disease in Infancy and Childhood. 2nd ed. Macmillan Co p. 247, 1968.
- 13) Keith JD et al : Heart Disease in Infancy and

- Childhood. 2nd ed. Macmillan Co p.266, 1968.
- 14) Keith JD et al: Heart Disease in Infancy and Childhood. 2nd ed. Macmillan p. 262, 1968.
- 15) Kelly DT et al : Discrete subaortic stenosis. *Circulation* **46** : 309, 1972.
- 16) Konno S et al A new method for prosthetic valve replacement in congenital aortic stenosis associated with hypoplasia of the aortic valve ring. *J Thoracic & Cardiovas Surg* **70** : 909, 1975.
- 17) Krovetz LJ et al : Subendocardial blood flow in children with congenital aortic stenosis. *Circulation* **54** : 961, 1976.
- 18) Lawson RM et al Late results of surgery for left ventricular outflow tract obstruction in children. *J Thoracic & Cardiovas Surg* **71** : 334, 1976.
- 19) McGoon DC et al . The surgical treatment of supravulvar aortic stenosis. *J. Thoracic & Cardiovas Surg* **41** : 125, 1961.
- 20) McGoon DC et al : Surgical treatment of congenital aortic stenosis. *Dis Chest* **55** : 388, 1969.
- 21) Morrow AG et al Operative treatment in hypertrophic subaortic stenosis. Technique and results of pre- and postoperative assessment in 83 patients. *Circulation* **52** : 88, 1975.
- 22) 日本心臓外科協議会第4回研究会報告: Congenital Aortic Stenosis の手術. *胸部外科* **28** : 117, 1975.
- 23) Norman JC, Cooley DA et al Left ventricular apical-abdominal aortic conduits for left ventricular outflow tract obstructions. Clinical results in nine patients with a special composite prosthesis. *Circulation* **53, 54** (suppl.) II-100, 1976.
- 24) Pappas G et al : Improvement of myocardial and other vital organ function and metabolism with a simple method of pulsatile flow (IABP) during clinical cardiopulmonary bypass. *Surgery* **77** : 34, 1975.
- 25) Peterson TA et al : Supravulvar aortic stenosis. *J. Thoracic & Cardiovas. Surg* **50** : 734, 1965.
- 26) Rastelli GC et al: Surgical treatment of supravulvar aortic stenosis. *J Thoracic & Cardiovas Surg* **51** : 873, 1966.
- 27) Reder RF et al : Left ventricle to aortic valved conduit for relief of diffuse left ventricular outflow tract obstruction. *Am J Card* **39** : 1068, 1977.
- 28) 齋田茂雄他 : 特発性肥厚性大動脈弁下部狭窄 (IHSS) の外科治療. *胸部外科* **28** : 134, 1975.
- 29) Vincent WR Buckberg GD et al : Left ventricular subendocardial ischemia in severe valvar and supravulvar stenosis. A common mechanism. *Circulation* **49** : 326, 1974.
- 30) Wagner HR, Nadas AS et al Clinical course in aortic stenosis. *Circulation* **56** (suppl.) I-47, 1977.